

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-233129

(43)Date of publication of application : 19.08.1994

(51)Int.Cl.

H04N 1/40

B41J 2/525

B41J 2/21

G06F 15/66

G06F 15/66

G06F 15/72

H04N 1/46

(21)Application number : 05-260847

(71)Applicant : CANON INF SYST INC

(22)Date of filing : 19.10.1993

(72)Inventor : RUETZ BRIGITTE

(30)Priority

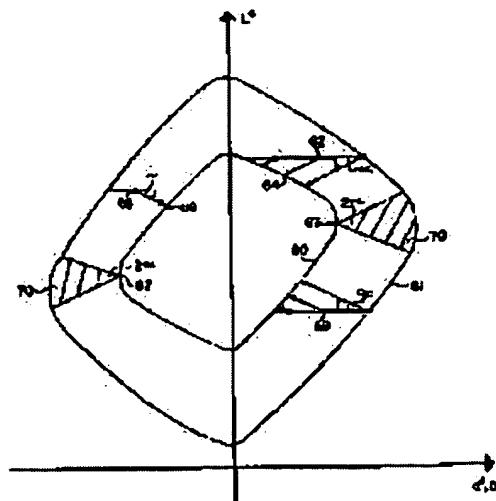
Priority number : 92 967050 Priority date : 28.10.1992 Priority country : US

(54) COLOR PRINTING METHOD COMPENSATING ABNEY EFFECT AND DEVICE
THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To compensate an Abney effect by warping the hue angle of a printer table.

CONSTITUTION: Each transition color in the area between the edge section 60 of a printer color gamut and the edge section 61 of a printer table color gamut, which substantially matches with the edge section of a typical color monitor is selected against the transition colors of the colors on the edge section 60 at a fixed angle α from the transition colors. In this case, any kind of variation of luminance is permissible, because a luminance varying extent is not limited to an arbitrary threshold. For example, a point 64 on the edge section 60 is selected to a transition color 62, because the point 64 is at the angle α from the point 62. As a point 65, a



pertinent point which is at the angle α act as a point 66 is selected on the edge section 60 with respect to each point in a transition area such as a point 65. For a transition color exceeding the maximum saturation point 67, the angle α is taken downward. By warping (distorting) the hue of the colors on the outside of the color gamut, the color curve of an Abney effect can be compensated.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3591855

[Date of registration] 03.09.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-233129

(43)公開日 平成6年(1994)8月19日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 4 N 1/40
B 4 1 J 2/525
2/21

識別記号 庁内整理番号

D 9068-5C

F I

技術表示箇所

8403-2C B 4 1 J 3/ 00
8306-2C 3/ 04

B

1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数43 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平5-260847

(22)出願日

平成5年(1993)10月19日

(31)優先権主張番号 07/967050

(32)優先日 1992年10月28日

(33)優先権主張国 米国 (U.S.)

(71)出願人 592208172

キヤノン インフォメーション システムズ インク。

Canon Information Systems, Inc.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

92626, コスタ メサ, ブルマン ストリート 3188

(72)発明者 ブリジット ルエッツ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
94066, サン ブルーノ, ラッセン

ドライブ 255

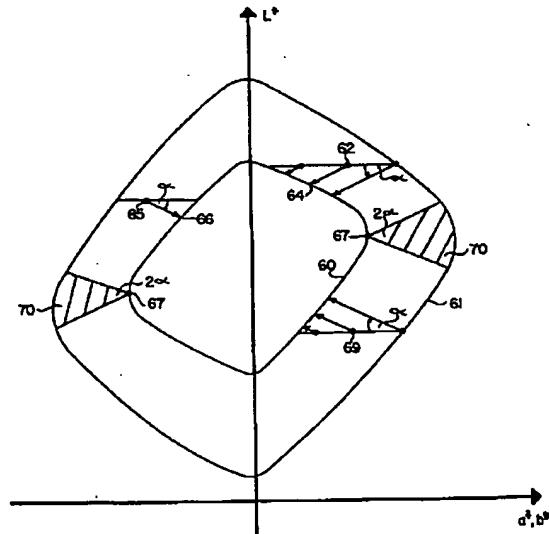
(74)代理人 弁理士 大塚 康徳 (外1名)

(54)【発明の名称】 アブニーエフェクトを補償するカラー印刷方法及び装置

(57)【要約】

【目的】 アブニーエフェクトを補償したカラー印刷の方法及び装置を提供する。

【構成】 プリンタテーブルに従ったカラー印刷の方法及び装置であって、プリンタテーブル内の色の色相角度はアブニーエフェクトを補償するためにワープされる(歪められる)。最初にカラープリンタ色域の縁部がプリンタ色域の測定により判定され、プリンタ色域内の基本色値が算出されてプリンタテーブルに挿入される。必要に応じて、プリンタテーブル外の色に対して境界テーブルを設けることも可能である。プリンタテーブル及び境界テーブルに対する色相角度は、例えばある範囲の色相角度を拡げたり他の範囲の色相角度を圧縮したりすることによってワープされ、色域外の色が所望の色の色相と同一の色相を有していると知覚されるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デバイス・インディペンデントな色空間内の色に対応する基本色値を提供するカラーブリンタルックアップテーブルであって、その基本色値はアブニー効果を補償するようにワープした色相角度を有することを特徴とするカラーブリンタルックアップテーブル。

【請求項 2】 前記デバイス・インディペンデントな色空間内の色は、カラーブリンタ色域内の色とカラーブリンタ色域外の色に対応することを特徴とする請求項 1 に記載のカラーブリンタルックアップテーブル。

【請求項 3】 前記デバイス・インディペンデントな色空間内の色は、前記色域外の色についてワープされることを特徴とする請求項 2 に記載のカラーブリンタルックアップテーブル。

【請求項 4】 前記基本色値は、彩度が増加する色について增加的にワープされることを特徴とする請求項 3 に記載のカラーブリンタルックアップテーブル。

【請求項 5】 前記基本色値は、プリンタ色域の内外両方の色についてワープされることを特徴とする請求項 3 に記載のカラーブリンタルックアップテーブル。

【請求項 6】 前記色相角度は、青色領域の色相角度を拡張し、紫みの青色領域の色相角度を圧縮するようにワープされることを特徴とする請求項 1 に記載のカラーブリンタルックアップテーブル。

【請求項 7】 前記色相角度は、青みの緑色領域の色相角度を圧縮し、緑みの青色領域の色相角度を拡張するようにワープされることを特徴とする請求項 1 に記載のカラーブリンタルックアップテーブル。

【請求項 8】 前記色相角度は、赤色領域の色相角度を拡張し、赤みの橙色領域の色相角度を圧縮するようにワープされることを特徴とする請求項 1 に記載のカラーブリンタルックアップテーブル。

【請求項 9】 前記黄色領域は拡張されることを特徴とする請求項 1 に記載のカラーブリンタルックアップテーブル。

【請求項 10】 カラーブリンタドライバであって、カラーブリンタ色域内の色に対応する基本色値とカラーブリンタ色域外の色に対する基本色値とを提供するプリンタテーブルであって、カラーブリンタ色域外の前記基本色値はアブニー効果を補償するようにワープした色相角度を有するように構成されたプリンタテーブルと、指定された色の印刷命令を受信する手段と、

前記プリンタテーブルから指定色に対応する基本色値を抽出する制御手段とを備えるカラーブリンタドライバ。

【請求項 11】 カラーブリンタ色域外の色に対する色相角度もワープされたことにより、プリンタテーブル内の色に対する色の滑らかさが保持されることを特徴とする請求項 10 に記載のカラーブリンタドライバ。

【請求項 12】 前記基本色値は、彩度が増加する色について增加的にワープされることを特徴とする請求項 1

に記載のカラーブリンタドライバ。

【請求項 13】 前記色相角度は、青色領域の色相角度を拡張し、紫みの青色領域の色相角度を圧縮するようにワープされることを特徴とする請求項 1 に記載のカラーブリンタドライバ。

【請求項 14】 前記色相角度は、青みの緑色領域の色相角度を圧縮し、緑みの青色領域の色相角度を拡張するようにワープされることを特徴とする請求項 1 に記載のカラーブリンタドライバ。

【請求項 15】 前記色相角度は、赤色領域の色相角度を拡張し、赤みの橙色領域の色相角度を圧縮するようにワープされることを特徴とする請求項 1 に記載のカラーブリンタドライバ。

【請求項 16】 前記黄色領域は拡張されることを特徴とすることを特徴とする請求項 1 に記載のカラーブリンタドライバ。

【請求項 17】 プリンタテーブル外の色に対して基本色値を提供する境界テーブルをさらに備え、前記制御手段は、指示色が前記プリンタテーブル内か前記境界テーブル内にあるかに基づいて、前記プリンタテーブルまたは前記境界テーブルのどちらか一方を選択し、前記プリンタテーブルまたは前記境界テーブルの選択された一方から基本色値を抽出することを特徴とする請求項 10 に記載のカラーブリンタドライバ。

【請求項 18】 前記プリンタテーブルのワープは境界テーブルのワープと同様であることを特徴とする請求項 17 に記載のカラーブリンタドライバ。

【請求項 19】 前記境界テーブルは、明度軸を中心とするホイール状のセルで構成されることを特徴とする請求項 17 に記載のカラーブリンタドライバ。

【請求項 20】 カラー印刷装置であって、基本色値命令に応じてカラー画像を印刷するカラーブリンタであって、印刷可能な色域を有するカラーブリンタと、

表示可能な色域内の色を表示するカラーモニタと、格納された処理工程を実行するコンピュータを含む処理ユニットであって、前記カラーモニタ基本色値を提供するためのカラーモニタインターフェースと前記カラーブリンタへ基本色値を提供するためのカラーブリンタインターフェースとを含む処理ユニットと、

前記処理ユニットによって実行される処理工程を格納するメモリを備え、

前記処理工程は、カラー画像形成工程と、前記カラー画像に応じて前記カラーモニタインターフェースを介して基本色値を前記カラーモニタへ提供する工程と、前記カラー画像に応じて前記カラーブリンタインターフェースを介して基本色値を前記カラーブリンタへ提供する工程とを含み、印刷可能な色域外の色に対しては、色相角度は表示された画像の色相が印刷される画像の色相と同一であると知覚されるようにワープされることを特徴とするカ

ラー印刷装置。

【請求項 2 1】 前記メモリはデバイス・インディペンデントな座標空間内の色に対応する基本色値を提供するプリンタテーブルを格納し、

前記基本色値はワープされた色相角度を有し、

また前記処理工程は前記カラー画像に対するデバイス・インディペンデントな色座標を形成する工程と、前記デバイス・インディペンデントな色座標に対応する基本色値を前記カラープリンタへ提供する工程を含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 2 2】 前記デバイス・インディペンデントな色空間内の色は前記カラープリンタ色域内の色と前記カラープリンタ色域外の色の両方に對応することを特徴とする請求項 2 1 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 2 3】 前記基本色値は前記色域外色に対してワープされることを特徴とする請求項 2 2 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 2 4】 前記基本色値は彩度が増加する色について増加的にワープされることを特徴とする請求項 2 3 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 2 5】 前記基本色値は、プリンタ色域の内外両方の色についてワープされることを特徴とする請求項 2 3 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 2 6】 前記色相角度は、青色領域の色相角度を拡張し、紫みの青色領域の色相角度を圧縮するようにワープされることを特徴とする請求項 2 3 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 2 7】 前記色相角度は、青みの緑色領域の色相角度を圧縮し、緑みの青色領域の色相角度を拡張するようにワープされることを特徴とする請求項 2 3 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 2 8】 前記色相角度は、赤色領域の色相角度を拡張し、赤みの橙色領域の色相角度を圧縮するようにワープされることを特徴とする請求項 2 3 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 2 9】 前記黄色領域は拡張されることを特徴とする請求項 2 3 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 3 0】 前記メモリは前記プリンタテーブル外の色に対する基本色値を提供する境界テーブルを格納し、

また前記処理ユニットは指示色が前記プリンタテーブル内か前記境界テーブル内にあるかに基づいて、前記プリンタテーブルまたは前記境界テーブルのどちらか 1 方を選択し、前記プリンタテーブルまたは前記境界テーブルの選択された方から基本色値を抽出することを特徴とする請求項 2 0 に記載のカラー印刷装置。

【請求項 3 1】 前記プリンタテーブルのワープは境界テーブルのワープと同様であることを特徴とする請求項 3 0 に記載のカラープリンタドライバ。

【請求項 3 2】 前記境界テーブルは、明度軸を中心と

するホイール状のセルで構成されることを特徴とする請求項 3 0 に記載のカラープリンタドライバ。

【請求項 3 3】 プリンタテーブルの形成方法であつて、

カラープリンタ色域の縁部を判定する工程と、前記カラープリンタ色域の縁部内の色について基本色値を前記プリンタテーブルへ変換する工程と、前記カラープリンタ色域の縁部外の色について基本色値を前記プリンタテーブルへ変換する工程と、前記基本色値について色相角度をワープする工程を備えるプリンタテーブルの形成方法。

【請求項 3 4】 前記基本色値は、色域外色についてワープされることを特徴とする請求項 3 3 に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項 3 5】 前記基本色値は、彩度が増加する色について増加的にワープされることを特徴とする請求項 3 4 に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項 3 6】 前記基本色値は、色の滑らかさを保持するように、前記プリンタ色域内外の色の両方についてワープされることを特徴とする請求項 3 4 に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項 3 7】 前記色相角度は、青色領域の色相角度を拡張し、紫みの青色領域の色相角度を圧縮するようにワープされることを特徴とする請求項 3 4 に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項 3 8】 前記色相角度は、青みの緑色領域の色相角度を圧縮し、緑みの青色領域の色相角度を拡張するようにワープされることを特徴とする請求項 3 4 に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項 3 9】 前記色相角度は、赤色領域の色相角度を拡張し、赤みの橙色領域の色相角度を圧縮するようにワープされることを特徴とする請求項 3 4 に記載のプリンタテーブル形成方法。

【請求項 4 0】 前記黄色領域は拡張されることを特徴とする請求項 3 4 に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項 4 1】 基本色値を、前記プリンタテーブル外の色に対する基本色値を提供する境界テーブルへ変換する工程をさらに備えることを特徴とする請求項 3 3 に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項 4 2】 前記プリンタテーブルのワープは前記境界テーブルのワープと同様であることを特徴とする請求項 4 1 に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項 4 3】 前記境界テーブルは、明度軸を中心とするホイール状のセルで構成されることを特徴とする請求項 4 1 に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】 本発明は、特定の色の印刷要求に応じてカラープリンタが印刷を行なうべく、色を決定す

るためのルックアップテーブルを形成し、また使用する装置及び方法に関するものである。ここで、印刷を要求された特定の色とは、そのプリンタでは印刷不可能な色も含むものとする。特にそうした色に対して、アブニー効果を補償し、知覚される色相を保持するために、印刷色の色相角度を要求された色の色相角度からワープする。

【0002】

【従来の技術】近年、カラーモニタやカラープリンタの有用性が増して、コンピュータのユーザがフルカラーの画像をカラーモニタで見て、カラープリンタによるフルカラー印刷を指示することが日常化して来ている。しかしながら、カラープリンタとカラーモニタの形成するカラー画像はそれぞれ異なるものである。特に、カラーモニタは発光型の装置であって、色の形成は一般に赤、緑、青の3基本色の光を加法混色することにより行なわれる。一方、印刷された画像は単純に周辺光を反射したものであり、周辺光を介して知覚された印刷画像の色は一般にシアン、マジンタ、イエロー（時にはブラックも含まれる）の減色法の3基本色に影響される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】これらの混色法は基本的に異なるものであり、結果として、モニタで表示可能な色の範囲はプリンタで印刷可能な色の範囲とは異なっている。1図は、CIE 1931色度図であり、モニタに表示可能な色の範囲（即ち「色域」）（領域A）と、プリンタに印刷可能な色の範囲（即ち「色域」）（領域B）を示している。図示のように、モニタが表示出来る色の範囲は一般にプリンタが印刷出来る色の範囲より広い。これは、モニタが光を発する装置であって、より大きな範囲の彩度で色を表示するからである。しかしながら、領域10のように、減色法によるものであるのに印刷画像の方がモニタより広い色範囲を持つような低彩度領域も存在する。

【0004】印刷可能範囲と表示可能範囲のこのような差異により、以前は表示されたカラー画像の忠実な色再現として認められるようなカラー画像を印刷することは不可能であった。特に、印刷可能な色の領域Bの外に位置する色域外領域11のような領域の色を印刷することは全く不可能であった。従って、こうした色はカラーモニタ上では見ることが出来ても、カラープリンタで印刷することは出来なかった。

【0005】米国特許第4,941,038号では、色域外色をプリンタ色域内の印刷可能な色に修正するに際し、その色域外色から最短のベクトル距離にある印刷可能な色であって、その印刷不可能な色の色相角度を保持した色を選択するようにしている。しかしながら、人間の色覚に関する実験や観察から、純白色から大きな彩度の色へと引いた一定の色相あるいは色を表す線なるものは、直線ではなくむしろ曲線であることが判明し

ている。2図の色度図はこれらの曲線のカーブ（いわゆる「アブニー効果」）を示している。青みの緑色領域18のような、一定の色相を示す色線の曲率が比較的小さい領域では、色相角度を保持すると知覚された色相には微かな変化しか現われない。このために、青みの緑色域外の色18aについて、その色相角度をプリンタ色域の縁部10の点18bへ引き戻しても、青みの緑色を印刷することができる。しかし、青みの紫色領域19のように、一定の色を示す線からなる曲率が比較的大きい領域では、色相角度を保持するようにすると、知覚される色相に大きく影響する。かくして、青みの紫色域外色19aに対する色相角度を保持しながら、その色相をプリンタ色域の縁部10の点19bへ引き戻すことは、明らかに青色に見える色相を持つ色が印刷されてしまうという結果になる。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、アブニー効果の色曲線を補償するために色域外色の色相をワープする（歪める）ことにより上述の問題に対処することである。本発明の1様態によると、本発明は、色の印刷命令に応じて印刷されるCMY値を提供するためのプリンタテーブルと境界テーブルとを形成する方法である。この発明では、印刷指示された色の色相角度は、知覚される色相を保持し、アブニー効果を補償するためにワープされる（歪められる）。ワープは2通りの段階に分かれている。始めに、プリンタ色域の縁部に存在する色であって印刷不可能な色の色相角度と同じ色相角度を持つ色を選択することにより、プリンタテーブル及び境界テーブルの色域外にある色に対するCMY値を求める。次に、プリンタテーブル及び境界テーブルの色相角度をワープさせる。このワープは、未ワープの色相角度のCMY値が、知覚される色相が保持させるべくワープ色相角度へ転移されるというものである。例えば、青色の色相を保持するためには、青色の色相角度を拡げ、紫色の色相角度を狭めるようなワープを行う。こうして色域外の青色相で印刷しようとする命令に対して、紫色の色相を持つ色よりもむしろ青色の色相を持つ色が印刷される。プリンタテーブルの色の滑らかさを保持し、色域の縁部の色における不連続を避けるためには、単に色域外の色だけではなく、プリンタ色域内外の両方の色をワープする方が望ましい。

【0007】本発明の他の様態によると、本発明はカラー印刷方法及び装置であって、色域外の色を、知覚される色相を保持するべく、ワープされた（歪められた）ある色相角度を持つプリンタ色域の縁部の色へと変換するものである。この様態によると、カラー印刷は2つのルックアップテーブル、すなわちプリンタテーブルと境界テーブルを参照することにより行なわれる。これらの2つのテーブルは、ある色の印刷命令に対して夫々のCMY値を提供する。プリンタテーブルは、プリンタ色域内

の色に対するCMY値のみならず、典型的なカラーモニタに見られる色のような、プリンタ色域外の色に対するCMY値も提供する。境界テーブルはプリンタテーブル外の色に対するCMY値を提供する。両テーブルの色相角度は、アブニーエフェクトを特徴付ける一定の色曲線を模倣するようにワープされ、これにより、色域外の色が適切な知覚色相を持つ色で印刷されるようになる。

【0008】上記発明の概略は発明の本質が速やかに理解されるためのものである。下記の好適な実施例の詳細な説明と、本明細書の一部を成す添付図面とを参照することにより、本発明はより完全に理解されるものである。

【0009】

【実施例】3図は本発明の実施例に係わる印刷装置を示すプロック図である。図示のように、印刷装置はホストCPU20と、カラーモニタ30と、カラープリンタ40から成っている。ホストCPU20は80286マイクロプロセッサ等の処理回路21と、処理回路21のワークエリアであるランダムアクセスメモリ（「RAM」）22と、処理回路21の静的格納エリアであるリードオンリーメモリ（「ROM」）24と、モニタドライバ25と、プリンタドライバ26とを有する。操作者はキーボード27を介しホストCPU20にアクセスする。キーボード27はインターフェース29により処理回路21に接続されている。キーボードを用いて、操作者は処理回路21に格納されたプログラム命令を実行させて、カラー画像をモニタ30に表示させ、相当するカラー画像をカラープリンタ40に印刷させる。

【0010】ホストCPU20はディスクドライブ、テープドライブ、カラービデオインターフェース、カラースキャナインターフェース等、他の周辺装置とも接続しているが、こうした装置は説明の簡略化のためにここでは図示されない。こうした装置は、処理回路21に実行される格納プログラム命令と協同作用して、例えばカラー画像をスキャンしてRAM22に格納したり、モニタ30に表示させたり、その画像の色を加工したり、その結果処理された画像をプリンタ40に印刷させたりする。

【0011】格納されたプログラム命令に従って、処理回路21はモニタ30上にカラー画像を形成する。処理回路21はカラー画像をモニタドライバ25に提供し、モニタドライバ25はモニタ30の各画素についてのRGB値を生成する。RGB値はインターフェース31を介しモニタ30へ提供され、それらの値はモニタ30で表示される。

【0012】要請に応じて、処理回路21は、カラープリンタ40による印刷のために、カラー画像をプリンタドライバ26にも提供する。プリンタドライバ26は処理回路21からの色値に基づいて、カラー画像の各画素についてCMY値を生成する。CMY値はプリンタテーブル26aまたは境界テーブル26bに従って決定され

る。プリンタテーブル26aはプリンタ40に印刷可能な全ての色についてCMY値を提供するテーブルである。境界テーブル26bはプリンタ40で印刷不可能な色についてのCMY値を提供するテーブルである。尚、プリンタテーブルは、印刷可能な色から印刷不可能な色への遷移を滑らかにするために、幾つかの印刷不可能な色のCMY値をも含んでいてもよい。さらに、ブラック（以下「K」）値を含むようにしてもよい。CMYK値はインターフェース41を介してプリンタ40に提供され、プリンタ40内のビットマップメモリ42に格納される。ビットマップメモリ42は印刷される画像のフルビットマップ画像を格納してもよいし、あるいは、ある領域あるいは部分のビットマップ画像を格納するようにしてもよい。ビットマップメモリ42に十分なカラーデータが格納されると、カラープリンタヘッド44が記録紙と近接したプラテン上を往復する。本実施例では、プリンタヘッド44は縦4列横8段の32個のインクジェットノズルを備えている。第1列のノズルは全てシアンのインク滴を吐出する。第2列のノズルは全てマゼンタのインク滴を吐出し、第3列のノズルは全てイエローのインク滴を吐出する。第4列のノズルは全てブラックのインク滴を吐出する。プリンタヘッド44がプラテンを1往復すると8行の画素が印刷されるように、これらのノズルはビットマップメモリ42のカラーデータに従って独立に制御される。

【0013】4図は、プリンタドライバ26が処理回路21に提供されたカラーデータからCMYK値を選択する動作を説明するためのフローチャートである。ステップS401では、プリンタドライバ26は、ビットマップ42内の位置(x, y)についてのRGB値を得る。ステップS402では、プリンタドライバ26はRGB値から装置に依存しない（以下、「デバイス・インディペンデント」という）色座標値を形成する。好ましくは、このデバイス・インディペンデントな色座標はCIELAB色座標である。これは、CIELAB色空間は知覚的に均一で、CIELAB色空間内の等しい大きさの区間は、いずれにおいても、知覚される色の等しい大きさの変化に一致するためである。さらに、CIELAB色空間は色相や輝度に関して円柱状の座標にして見ることができるので、色域マップを定義しやすい直覚的な色座標である。

【0014】ステップS403では、輝度座標がCIELAB空間のL*軸上で極端な輝度部分（複数）において圧縮される。尚、圧縮ステップS403は、ステップS402からのL*値を数学的に操作することにより直接的に実行してもよいし、あるいは、修正したCMY値をプリンタテーブルや境界テーブルに格納することにより間接的に実行するようにしてもよい。幾つかの場合には好ましいことであるが、間接的に行う場合には、プリンタテーブルも境界テーブルも予め圧縮された値を格納

するようとする。即ち、プリンタテーブルと境界テーブルに於ては、例えば輝度 $L^* = 9.9$ の値が実際には輝度 $L^* = 9.4$ に相当するように調整されている。同様に、輝度 $L^* = 7$ の値は実際は輝度 $L^* = 2.6$ に相当する。輝度レンジの中央部分、例えば $L^* = 3.8 \sim 9.0$ における値は未修正のままである。これにより、データ操作による直接的な圧縮を必要とせずに輝度の圧縮が行なえる。

【0015】圧縮ステップS403はオプションのステップである。しかし、このステップは極端な輝度を有する色でも輝度の変化を知覚できるように印刷することを保証するものなので、そのためこのステップを実行することが好ましい。即ち、モニタ30は発光体によって色を表示するため、プリンタ40よりも高い輝度値を持つ色を表示できようになっているのに対し、プリンタ40の輝度の最高値はカラー画像が形成される紙の白さにより制限されるからである。さらに、モニタ30は発行体の光を完全に消すことができるため、プリンタ40が印刷したものよりも低い輝度値を持つ色を表示できる。これは、ブラックのインクですら周辺光をいくらかは反射するからである。従って、ある色の印刷を確実に行なうためには、たとえ最高値と最低値の輝度で印刷する場合でも、ステップS402で決定した輝度値をプリンタ40で印刷可能な範囲に圧縮することが望ましい。

【0016】ステップS404では、ステップS402、S403で生成された L^* 、 a^* 、 b^* 座標がプリンタテーブル26aに網羅されている範囲内にあるかどうかが調べられる。その L^* 、 a^* 、 b^* 座標がプリンタテーブル26aの範囲内であるなら、ステップS405へ進んで、プリンタテーブル26a内で L^* 、 a^* 、 b^* 座標位置（この L^* 、 a^* 、 b^* 座標位置は、離散値のみ格納されているので、実際にはその L^* 、 a^* 、 b^* に最も近い位置となる）に相当するCMY値を参照（ルックアップ）する。一方、 L^* 、 a^* 、 b^* 座標がプリンタテーブル26aの範囲外であった場合、ステップS406へ進み、下記の式に従って、色相角度 θ を a^* 、 b^* 値より得る。

$$[\text{0017}] \quad \theta = \arctan(b^*/a^*)$$

それから、境界テーブルをルックアップするステップS407へ進み、輝度 L^* とステップS306で求めた色相角度 θ に相当する境界テーブル内の最も近い位置のCMY値をルックアップする。いずれの場合もステップS408へ進み、これらのCMY値はビットマップメモリ42の（ x 、 y ）位置に格納される。必要であれば、CMY値は格納の前に修正されてもよく、例えば、これらのテーブルに格納された実際の L^* 、 a^* 、 b^* 値と上記のように算出された所望の値との差を補間処理により調整するようにしてもよい。

【0018】ステップS409では、プリンタドライバ26がビットマップメモリが完成したかどうかを判断す

る。ビットマップメモリが完成していない場合は、ステップS401へ戻って、ビットマップメモリの次の位置（ x 、 y ）のために次のRGB値を得る。一方、ビットマップメモリ全体が完成している場合、あるいは、ビットマップメモリ内において既に十分な領域（ヘッド44のインクジェットノズルの8行に相当する8行の長さのバンドなど）が完成している場合、ステップS410へ進み、ガンマ補正が行なわれる。ガンマ補正により、輝度を均一に分配するように、ビットマップメモリのCMY値が調整される。ステップS411では、下色除去が行なわれてビットマップメモリの位置（ x 、 y ）に対するブラック値を得る。本実施例の下色除去はCMY値の中の最小値を選択してその値をブラック値に割り当てるという単純な方法で行なわれる。その後、CMY値の夫々はブラック値を引き算されて調整される。

【0019】ステップS410、S411の順序は決まったものではなく、例えば、連続トーンや、ディザ法や誤差拡散法など特定のカラー印刷技術を使用するために順序を入れ替てもよい。ステップS412では、上記処理の結果得られたCMY値を使用してカラー印刷が始められる。

【0020】5図はプリンタテーブル26aと境界テーブル26bの形成方法を説明するフローチャートである。図示のフロー手順は各プリンタに付き1度だけ行なうか、あるいは再調整の必要が生じた時に行なえばよい。5図のフロー手順は同一の機種番号のプリンタなど1組のプリンタに1度だけ行なって、プリンタの工場調整の一部としてソフトの形で操作者に提供する方がより好ましい。

【0021】ステップS501では、プリンタ40で印刷可能な色の色域または範囲を測定する。好ましくは、これはプリンタ40で印刷可能な全ての色の、非常に大きいサブセットか若しくは完全なセットを印刷することによって行なう。例えば、本実施例で使用するプリンタにおいては、CMY、K値の夫々が0～64の数値の65階調で印刷される。このように、例えば、17個のC値、即ち数値0、4、8、12、…64が印刷され、そして17個のM値、17個のY値が同様に印刷される。これら夫々17個のCMY値のあらゆる可能な組み合わせが印刷され、結果 $17 \times 17 \times 17 = 4,913$ 個のカラーパッチができる。

【0022】上記有彩色(hued colors)に加えて、全ての可能な無彩色(gray values)が、この場合は48個の無彩色値が既に印刷済みの17色の上に印刷される。上記のようなプリンタ色域のサンプリングにより、有彩色と共に純粹な無彩色が印刷されるのが了解されるであろう。サンプリング方法に何を使用する場合でも、適当な無彩色の再現はカラー再現において望ましい特性なので、この純粹無彩色の印刷の特性は保持されるべきである。

【0023】4,913個のカラーパッチと付加された48個のグレーパッチの各々について色が前述のCIE LAB色空間のようなデバイス・インディペンデントな色空間で測定される。こうして、ステップS501の最後においては、 $4,913 + 48 = 4,961$ 個のユニークなCMY色の組み合わせの各々について、L*、a*、b*座標が測定され、これによりプリント色域を規定する。

【0024】ステップS502では、CIELAB座標

$$\begin{aligned} C &= c_0 + c_1 L^* + c_2 a^* + c_3 b^* + c_4 L^{*2} + c_5 a^{*2} + c_6 b^{*2} + c_7 L^* a^* + c_8 L^* b^* + c_9 a^* b^* + c_{10} L^{*3} + c_{11} a^{*3} + c_{12} b^{*3} + c_{13} L^{*2} a^* + c_{14} L^* a^{*2} + c_{15} L^{*2} b^* \\ &+ c_{16} L^* b^{*2} + c_{17} a^{*2} b^* + c_{18} a^* b^{*2} + c_{19} L^* a^* b^* \quad \dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= m_0 + m_1 L^* + m_2 a^* + m_3 b^* + m_4 L^{*2} + m_5 a^{*2} + m_6 b^{*2} + m_7 L^* a^* + m_8 L^* b^* + m_9 a^* b^* + m_{10} L^{*3} + m_{11} a^{*3} + m_{12} b^{*3} + m_{13} L^{*2} a^* + m_{14} L^* a^{*2} + m_{15} L^{*2} b^* \\ &+ m_{16} L^* b^{*2} + m_{17} a^{*2} b^* + m_{18} a^* b^{*2} + m_{19} L^* a^* b^* \quad \dots (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= y_0 + y_1 L^* + y_2 a^* + y_3 b^* + y_4 L^{*2} + y_5 a^{*2} + y_6 b^{*2} + y_7 L^* a^* + y_8 L^* b^* + y_9 a^* b^* + y_{10} L^{*3} + y_{11} a^{*3} + y_{12} b^{*3} + y_{13} L^{*2} a^* + y_{14} L^* a^{*2} + y_{15} L^{*2} b^* \\ &+ y_{16} L^* b^{*2} + y_{17} a^{*2} b^* + y_{18} a^* b^{*2} + y_{19} L^* a^* b^* \quad \dots (3) \end{aligned}$$

ステップS502では、ステップS401の測定値をデバイス・インディペンデントな色座標空間からCMY座標空間へ変換(fit)する何らかの数学関数を使用するようにしてよい。しかしながら、その変換(mapping)関数は、ステップS501で発生したかも知れない測定誤差を除去するために平滑化処理を含んでいることが望ましい。

【0026】さらに、ステップS502で変換を行なう前に、ステップS501で測定された幾つかのポイントに重み付け処理することが望ましい。例えば、適切な肌色階調の再現はカラー印刷の重要な特性である。従つて、場合によっては、肌色の領域に当たる色を他の色より重みを増して処理を行なうことが望ましいからである。

【0027】ステップS503では、デバイス・インディペンデントな色空間、つまりCIELAB色空間が等しいサイズの区間に分割される。そうした区間の1つは、L*軸を中心とするなどしてL*軸を含んでいる。このような分割が空白のプリントテーブルを提供する。プリントテーブルのサイズは、典型的なカラーモニタの色域に加えてプリント色域も含むようにすることが好ましい。例えば、図1によると、プリントテーブルは一般には12で示されるカラー領域を含んでいる方が望ましい。プリントテーブルの区間のサイズは、プリントテーブルの格納限度に十分な考慮を払って、できるだけ小さいものでなければならない。例えば、微細な色相や彩度の階調変化よりも微細な輝度の階調変化の方がより重要であるということが明らかになっている。輝度軸を $\Delta L^* = 1$ (輝度L*の範囲は0~100)の区間に分割すると、十分な輝度の階調変化が得られることも決まっている。一方、そうした微細な階調変化は通常は色相については必要とされず、 $\Delta a^* = \Delta b^* = 3$ の区間が適切な

をCMY座標へ転換するための数学的な平滑化関数を得る。本実施例では、CIELAB空間からCMY空間への3次元の最少二乗法によるフィットを選んだ。つまり、C₀からC₁₉の係数、m₀からm₁₉、y₀からy₁₉の係数が、公知の最少二乗法によるフィッティングの技術を用いて、ステップS501で測定された色域に対して最少二乗の意味で最良のフィットを与えるように得られた。

【0025】

$$\begin{aligned} C &= c_0 + c_1 L^* + c_2 a^* + c_3 b^* + c_4 L^{*2} + c_5 a^{*2} + c_6 b^{*2} + c_7 L^* a^* + c_8 L^* b^* \\ &+ c_9 a^* b^* + c_{10} L^{*3} + c_{11} a^{*3} + c_{12} b^{*3} + c_{13} L^{*2} a^* + c_{14} L^* a^{*2} + c_{15} L^{*2} b^* \\ &+ c_{16} L^* b^{*2} + c_{17} a^{*2} b^* + c_{18} a^* b^{*2} + c_{19} L^* a^* b^* \quad \dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= m_0 + m_1 L^* + m_2 a^* + m_3 b^* + m_4 L^{*2} + m_5 a^{*2} + m_6 b^{*2} + m_7 L^* a^* + m_8 L^* b^* \\ &+ m_9 a^* b^* + m_{10} L^{*3} + m_{11} a^{*3} + m_{12} b^{*3} + m_{13} L^{*2} a^* + m_{14} L^* a^{*2} + m_{15} L^{*2} b^* \\ &+ m_{16} L^* b^{*2} + m_{17} a^{*2} b^* + m_{18} a^* b^{*2} + m_{19} L^* a^* b^* \quad \dots (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= y_0 + y_1 L^* + y_2 a^* + y_3 b^* + y_4 L^{*2} + y_5 a^{*2} + y_6 b^{*2} + y_7 L^* a^* + y_8 L^* b^* \\ &+ y_9 a^* b^* + y_{10} L^{*3} + y_{11} a^{*3} + y_{12} b^{*3} + y_{13} L^{*2} a^* + y_{14} L^* a^{*2} + y_{15} L^{*2} b^* \\ &+ y_{16} L^* b^{*2} + y_{17} a^{*2} b^* + y_{18} a^* b^{*2} + y_{19} L^* a^* b^* \quad \dots (3) \end{aligned}$$

色相の階調変化を与えることが分かっている(a*、b*の範囲は輝度軸の中心、即ち、L* = 50の近傍でおよそ-100から+100)。

【0028】上述の考慮に加えて、プリント色域は各輝度値に対し同一ではないということにも注目しなければならない。特に、色域は、極端な輝度域では比較的小さく、輝度軸の中心では比較的大きい。6図はCIELAB空間のプリントテーブルへの典型的な分割を示している。しかし、ここでは、全ての輝度および色相についての階調変化は説明の簡略化のために図示されない。L* = 10のような比較的低い輝度値では、a*、b*軸の比較的小さな矩形グリッドがプリント色域を展開するのに適当である。同様に、L* = 90のような比較的高い輝度値では、a*、b*軸の比較的小さな矩形グリッドがプリント色域を格納するのに適当である。しかし、L* = 50のような中間の輝度値では、プリント色域を展開するにはa*、b*軸の比較的大きい矩形グリッドが必要である。

【0029】さらに6図に示すように、各輝度レベルの矩形グリッドはL*軸を含んでいる(5図ではL*軸上に集中している)。つまり、矩形グリッド内には正確にa* = b* = 0と一致するセルが存在する。その中心点、即ちa* = b* = 0は純粹な無彩色に相当し、上述のように、適切なカラー再現のための純粹な無彩色として適当に再現される。

【0030】実際は、プリントテーブルにはプリント色域よりも多くの色が含まれていることが好ましく、典型的なモニタの色域に見られる色が含まれていることが最も望ましい。これにより、プリントテーブルは、プリント色域の縁部分の色を境界テーブルの色に滑らかに遷移させ、プリント色域の外の領域における色差分を保存する遷移値を含むことになる。

【0031】ステップS504では、ステップS502で求められた変換関数を用いて、C、M、Y値をプリンタテーブルのL*軸周囲に挿入する。連続階調印刷とは対照的なディジタルカラー印刷に対応して、端数値であるC、M、Y値は切り捨てあるいは四捨五入によって整数値にされる。各輝度レベルの矩形グリッド全体は完全に数値で満たされることはなく、プリンタ色域内として知られている部分にのみ数値が入っている。さらに、ちょうどL*軸上のセル、つまり $a^* = b^* = 0$ の点もまた、変換関数によっては変換されない。むしろ、これらの点に対するCMY値は、ステップS501で測定されたプリンタの無彩色を相当するL*値を用いて決定することにより、ステップS505で挿入される。これにより、前記変換関数で導入された平滑処理によっては色相値を純粋無彩値に持ち込まないことが保証される。

【0032】ステップS506、S507では、プリンタテーブルのCMY値を印刷不可能な色に対して修正する。印刷不可能な色はステップS502で選択された変換関数による欠陥(artifacts)のために生じるものである。例えば、使用された変換関数では、7図の領域45のような、プリンタ色域にはない不適切な領域がプリンタテーブル内に生じる。こうした欠陥は、L*軸周囲の領域に接続していない全ての領域を除去することにより、ステップS506で除去する。

【0033】印刷不可能な色は8図に示すような状況からも生じる。8図において、符号47は任意の輝度値L*に対するプリンタ色域の縁部を表している。L*軸からの凡ゆる放射状の線が縁部47と唯一の点で交わらないため、図示のプリンタ色域は放射状の凸形をしていない。特に、放射状線48は縁部47と49a、49b、49cの3点で交わっている。49a、49bの間の領域は放射状の凹部を成し、プリンタテーブルの不適切なCMY値を生成する要因になっている。従って、ステップS507で、プリンタテーブルの値を放射状に凸形となるように修正する。

【0034】9図はこのプロセスを示している。9図は任意の輝度値L*に対するa*、b*軸内の矩形グリッドを示している。セル51～55は全てプリンタ色域内の印刷可能な値を含んでいる。しかしながら、セル59は、角度θの放射状線がプリンタ色域の2つのセル(53、56)を通るために放射状に凹形である。従って、あるCMY値をセル59に割り当てるによりテーブルを放射状に凸形にする。その値はその色(図中角度θ)の色相をできるだけ保持し、所望する値に最も近い彩度値を選択することによって選択される。こうして、9図では、セル59の値には、セル51から55のうちの、色相値と彩度値においてより近い値を有するセル(複数)に依存して、そのセル51から55のうちの1つのセルの値を割り当てることができる。9図では、C=1、M=18、Y=14の値が選択されている。

【0035】ステップS508で各プリンタテーブルの遷移色を求める。10図は遷移色に対するCMY値を選択する様子を示している。図中、符号60はプリンタ色域の縁部であり、61は、上述のように、典型的なカラーモニタの縁部にほぼ一致するプリンタテーブル色域の縁部である。縁部60、61間の領域の遷移色の各々について、遷移色から一定の角度αの位置にあるプリンタ色域の縁部60上の色を遷移色に対して選択する。尚、輝度のいずれの変化も許容され得るが、それは、輝度変化の範囲が任意のしきい値にリミットされないことを意味する。例えば、遷移色62に対しては、プリンタ色域の縁部60上の点64が選択されるが、これは、点64が点62から角度αの位置にあるからである。同様に、点65のように、遷移領域の各点に対して、点66のような、一定の角度αの位置にあるプリンタ色域の縁部60上の該当する点が選択される。プリンタ色域の最大彩度点67を越える遷移色に対しては、角度αは下向きに取る。逆に、色69のように、最大彩度点67未満の遷移色に対しては、角度αは上向きに取る。最大彩度点67から2αを成すウェッジ(wedge)領域70内の色に対しては、最大彩度点67が選択される。こうして、ウェッジ70内の全色が色67に変換される。縁部60、61間の遷移色が最も滑らかな色の変化をもたらすことが確実になるためにも、プリンタ色域の縁部60上における彩度については、一定の角度αの展開を行う前に、最小彩度から単調に増加して最大彩度点へ至り、最小彩度へ単調に減少するか否かを確かめることが望ましい。もし彩度の変化が単調ではない場合、一定の角度の展開の前に、プリンタ色域の縁部の色彩度をその変化を排除するように修正する。

【0036】角度αを15°とすると、彩度を十分に増加させ、且つ、明度に不合理に大きな変化を起こさずに満足な結果を生むということが判明している。αの他の値、例えば10°、20°も適用できる。ステップS509では境界テーブル26bを作成する。プリンタテーブル26aが各輝度値に対してa*、b*軸の矩形グリッドとして形成されるのに対し、境界テーブルはプリンタテーブルの各輝度値に対して1つのホイールとして形成される。こうして、11図に示すように、プリンタテーブルが存在する輝度値の夫々に対して1つのホイール状の境界テーブルが提供され、1つの境界テーブルは夫々のプリンタテーブルに対応している。境界テーブルは複数のセルを有し、それらセルはa*、b*座標の関数として次のように計算された色相角度θでアクセスされる。

$$【0037】\theta = \arctan(b^*/a^*)$$

12図は境界テーブルとプリンタテーブルの対応を示している。プリンタテーブル26aが任意の輝度値L*に対する矩形グリッド状のテーブルであるのに対し、境界テーブル26bはa*=b*=0を中心とするホイール状のテーブルである。境界テーブルの個々のセルは、色

相に対応する a^* 、 b^* 軸内の角度 θ でアクセスされる。実験的には、各境界テーブルにおける 360 個のセルに相当する 1 度の増加が、色相の階調変化を適切に与えることが判明している。しかし、これは下記に 13 図を参照して説明するように修正することができる。

【0038】ステップ S510 では、境界テーブルの各セルに対する CMY 値が、プリンタテーブルの遷移色に対する CMY 値を選択するのと同様な方法で選択される。このようにして、境界テーブル色なるものが、境界テーブルから一定の角度 α （プリンタテーブルで使用したものと同一の α ）の位置にあるプリンタ色域の縁部色から選択される。前述したように、角度 α は、境界テーブル色が最大プリンタ彩度点よりも上にあるか下にあるかによって、上向き又は下向きに取るようにし、境界色テーブルがウェッジ 70 内にある時は最大プリンタ彩度点にリミットされる。

【0039】ステップ S510 では、境界テーブルの色の彩度が滑らかに変化していることを確認するために境界テーブル値を調べる。この様子は、 a^* 軸と b^* 軸の任意の輝度値 L^* におけるプリンタ色域 70 を示す 13 図で説明される。上述のように、色 71 のような、プリンタ色域の外に位置する色は、色相角度を保持しながらプリンタ色域の境界色 72 へ変換される。特に、領域 74 のように印刷可能な彩度が急速に変化するような領域では、色相のわずかな変化が境界テーブルの彩度に急速な変化をもたらす。例えば、色相角度が θ_1 から θ_2 へ変化すると、色相の小さな変化だけでも彩度が比較的大きく変化する。彩度にそうした大きな変化があると、印刷した時に不自然に見える。

【0040】このように不自然な印刷結果を避けるために、境界テーブルのサイズを、確実に彩度が滑らかに変化するべく色相に十分微細な増加が現れるようになるまで、大きくする。境界テーブルが増加されると、ステップ S509 の計算は新しい境界テーブルの CMY 値を満たすように繰り返される。ステップ S511 では、プリンタテーブルの CMY 値を調べて修正し、CMY が滑らかに無彩色（ L^* 軸）に混色するのを確実にする。詳しくは、離散的な輝度レベルでは、 L^* 軸に近いプリンタテーブル色が無彩色に滑らかに混色するように、プリンタテーブル色を再決定する。

【0041】ステップ S512 では、プリンタテーブルを矩形に完成する。より詳しくは、このステップまでには、CMY 値は、プリンタテーブルの、プリンタ色域 60 内の領域（ステップ S504、S505）とプリンタ色域と境界テーブルとの間の遷移領域 61 にしか挿入されていなかった（ステップ S509）。ステップ S502 では、12 図の 69 のようなプリンタテーブルの残りのセルについて色相角度を算出し、12 図の 68 で表すような色相角度の境界テーブルの色を挿入する。

【0042】ステップ S513 では、アブニーエフェクトを補

償するために、プリンタテーブルと境界テーブルの色相角度がワープされる。具体的には、色域外の色に対する CMY 値（この値は、この時点ではプリンタテーブルと境界テーブルに記憶されている）は、ステップ S508 に関連して前述したように、全て一定の角度の展開に基づいている。しかし、2 図に示すように、彩度の高い色に関しては、一定の角度を保持しながらプリンタ色域の縁部へ戻すという展開を行うと、アブニー効果によって知覚される色相に変化をもたらす。例えば前述のように、一定の角度の展開によって、高い彩度の（しかし印刷不可能な）紫みの青色 19a は、プリンタ色域の縁部のより低い彩度の紫色（19b で示される）に変えられてしまう。

【0043】この効果を補償するために、プリンタテーブルと境界テーブルの色相角度をワープさせる（歪ませる）。より詳しくは、プリンタテーブルと境界テーブルの両方に対して、1つの色相角度に対する CMY 値を他の異なる 1 つの色相角度へ転移させ、印刷色に知覚される色相を保持するようにする。14、15 図は、 $\theta = 255^\circ$ から $\theta = 333^\circ$ 間にある色相角度 θ にある青／紫の色空間領域について、このワープを示している。

【0044】14 図はワープ前のプリンタテーブル 80 と、ワープ後におけるそのプリンタテーブル 81 を示している。14 図のこれらのプリンタテーブルは a^* 、 b^* 面における任意のプリンタテーブルに対するものであり、任意の輝度値 L^* に対するものである。14 図に示すワープは、ステップ S503 で選択された L^* 値に対するプリンタテーブルの各々について実行されるということは明らかである。14 図に示すように、青色領域 82a は相当するワープ青色領域 82b へ拡張されている。これにより、色域外の高い彩度の青色を印刷するという命令に対して印刷される CMY 値が、紫みの青よりもむしろ青い色相の色となることが確実にされる。例えば、高い彩度の色域外の青色 84 は、ワープされないテーブル 80 に従って印刷すると、紫みの青色になるが、ワープされたテーブル 81 に従って印刷すると青色となる。

【0045】さらなる色相角度ワープにより、領域 85a の CMY 値が領域 85b に変換（写像）され、また、領域 86a から 86b へと変換される。変換の詳細は下記の通りである。

色相角度 $255^\circ \sim 305^\circ$: ワープ角度 $[255 + a_{ng}] = 255 + 0.5 * a_{ng}$

但し、 $0 < a_{ng} < 50^\circ$ である。

色相角度 $305^\circ \sim 309^\circ$: ワープ角度 $[305 + a_{ng}] = 280 + 1.25 * a_{ng}$

但し、 $0 < a_{ng} < 4^\circ$ である。

色相角度 $309^\circ \sim 333^\circ$: ワープ角度 $[309 + a_{ng}] = 285 + 2 * a_{ng}$

但し、 $0 < a_{ng} < 24^\circ$ である。こうして、未ワープ

領域 $255^\circ \sim 280^\circ$ は領域 $255^\circ \sim 305^\circ$ へ拡張されることによってワープされ、未ワープ領域 $280^\circ \sim 285^\circ$ は領域 $305^\circ \sim 309^\circ$ へ圧縮することによってワープされる。また、未ワープ領域 $285^\circ \sim 333^\circ$ は領域 $309^\circ \sim 333^\circ$ へ圧縮することによってワープされる。これらのワープされた領域は連続性を保っているが、未ワープ領域と同一の端部点（ここでは 255° 及び 333° ）を持っている。

【0046】レッド、シアンにおいても同様のワープを行なう。レッドに対するワープ処理は次の通りである。

色相角度 $10^\circ \sim 40^\circ$ ：ワープ角度 $[10 + \text{ang}] = 10 + 0.5 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 30^\circ$ である。

色相角度 $40^\circ \sim 53^\circ$ ：ワープ角度 $[40 + \text{ang}] = 25 + 1.25 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 12^\circ$ である。

色相角度 $52^\circ \sim 76^\circ$ ：ワープ角度 $[52 + \text{ang}] = 40 + 1.5 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 24^\circ$ である。このように、未ワープ領域 $10^\circ \sim 25^\circ$ は領域 $10^\circ \sim 40^\circ$ へ拡張されることによってワープされ、未ワープ領域 $25^\circ \sim 40^\circ$ は領域 $40^\circ \sim 52^\circ$ へ圧縮することによってワープされる。また、未ワープ領域 $40^\circ \sim 76^\circ$ は領域 $52^\circ \sim 76^\circ$ へ圧縮することによってワープされる。

【0047】シアンに対するワープ処理は次の通りである。

色相角度 $170^\circ \sim 195^\circ$ ：ワープ角度 $[170 + \text{ang}] = 170 + 2.0 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 25^\circ$ である。

色相角度 $195^\circ \sim 245^\circ$ ：ワープ角度 $[195 + \text{ang}] = 220 + 0.5 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 50^\circ$ である。このように、未ワープ領域 $170^\circ \sim 220^\circ$ は領域 $170^\circ \sim 195^\circ$ へ圧縮することによってワープされ、未ワープ領域 $220^\circ \sim 245^\circ$ は領域 $195^\circ \sim 245^\circ$ へ拡張することによってワープされる。

【0048】プリンタテーブルに対して行なわれたのと同じワープ処理が、15図に示すように、境界テーブルについても行なわれる。前述と同様、この処理によって、色87のような色域外の青色の印刷命令に対しては、未ワープ境界テーブルに従って印刷すると紫みの青の色相として印刷されてしまうが、ワープ処理された境界テーブルに従って印刷すると確実に青い色相の色となる。

【0049】上記のワープにより、色域内の色も色域外の色もワープさせるため、プリンタテーブル及び境界テーブル内の色に滑らかさを保持することができる。色域外色のみについてワープさせることも可能であるが、こうするとプリンタ色域の縁部の色の連続性が悪くなる。さらに、たとえ色域内の色をワープさせたために色がず

れたとしても、その色相角度の線は色域内の色については互いに近くなり、高彩度の色域外の色については互いに離れるようになるため、それの量はあまり問題にならないということが、実験的に判明している。

【0050】上述のワープ技術では、同一色相角度にある全色を彩度とは無関係に等しくワープさせるが、彩度に基づくファクタをワープに導入することも可能である。その場合、さらに高い彩度の色が比較的低い彩度の色へとワープされる。ステップS514では、プリンタテーブル及び境界テーブルの黄色領域にある色を、その黄色領域が広がるように修正する。詳しく説明すると、2図に示すように、プリンタの純黄色が大変狭いプリンタ色域に陥ってしまい、ユーザに見つけ難い（モニタの黄色範囲はより広いので）ものとなっていた。純黄色に関して印刷可能な範囲は大変狭いため、大抵ユーザは所望の純黄色よりも緑みの黄色を選んでしまう。そこで、ステップS514では黄領域を拡大する。この黄領域の拡大は下記の色相角度のワープで行なうことができる。

色相角度 $87^\circ \sim 91^\circ$ ：ワープ角度 $[87 + \text{ang}] = 87 + 1.25 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 4^\circ$ である。

色相角度 $91^\circ \sim 97^\circ$ ：ワープ角度 $[91 + \text{ang}] = 92$

但し、 $0 < \text{ang} < 6^\circ$ である。

色相角度 $97^\circ \sim 112^\circ$ ：ワープ角度 $[97 + \text{ang}] = 92 + 0.5 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 15^\circ$ である。

色相角度 $112^\circ \sim 132^\circ$ ：ワープ角度 $[112 + \text{ang}] = 99.5 + 1.25 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 20^\circ$ である。

色相角度 $132^\circ \sim 147^\circ$ ：ワープ角度 $[112 + \text{ang}] = 124.5 + 1.5 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 15^\circ$ である。前述のステップS501からS514を自動的に実行するコンピュータプログラムが開発されており、付録のマイクロフィッシュの形で提出されるであろう。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の印刷方法および装置によれば、カラー印刷において、アブニー効果を効果的に補償することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】プリンタで印刷可能な色域とモニタ上に表示可能な色域の関係を示す色度図である。

【図2】アブニー効果を特徴付ける一定の色曲線を示す色度図である。

【図3】本実施例に関わる印刷装置を示すブロック図である。

【図4】3図の装置のプリンタドライバによる、カラープリンタのCMYK値の選択を説明するフローチャートである。

【図5 a】プリンタテーブルと境界テーブルの形成方法を説明するフローチャートである。

【図5 b】プリンタテーブルと境界テーブルの形成方法を説明するフローチャートである。

【図6】CIELAB色空間からプリンタテーブルへの典型的な分割を示す図である。

【図7】未接続領域がプリンタテーブルから除去される様子を示す図である。

【図8】プリンタ色域における放射状に凹形の領域を示す図である。

【図9】プリンタテーブルを放射状に凸形に形成することにより凹型領域を除去する様子を示す図である。

【図10】プリンタテーブルの遷移領域において、各セルに対してCMY値を選択する様子を示す図である。

【図11】境界テーブルの配置を示す図である。

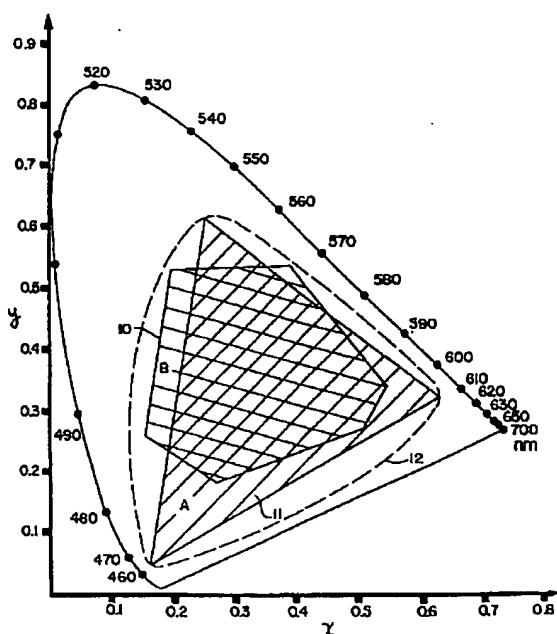
【図12】任意の輝度値L*に対するCIELAB色空間におけるプリンタテーブルと境界テーブルの関係を示す図である。

【図13】a*及びb*軸における任意の輝度値L*のプリンタ色域を示す図である。

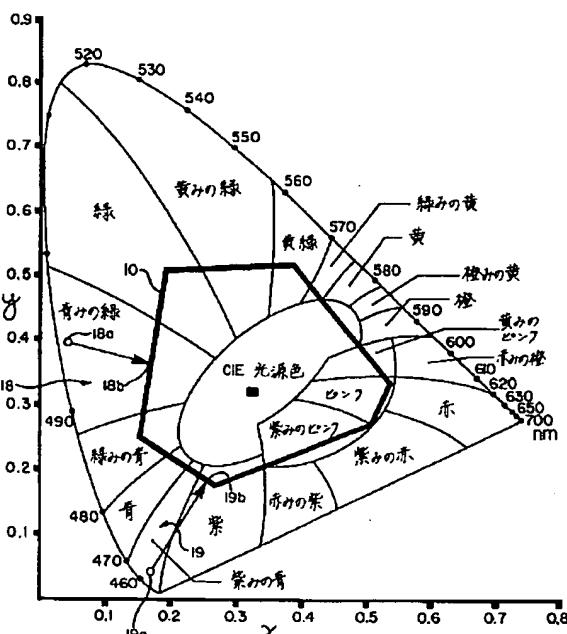
【図14】プリンタテーブルに対して色相角度をワープさせる様子を示す図である。

【図15】境界テーブルに対して色相角度をワープさせる様子を示す図である。

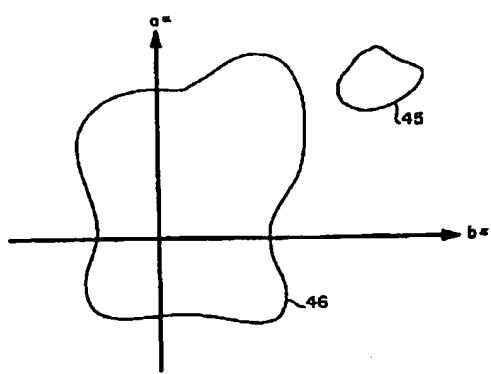
【図1】



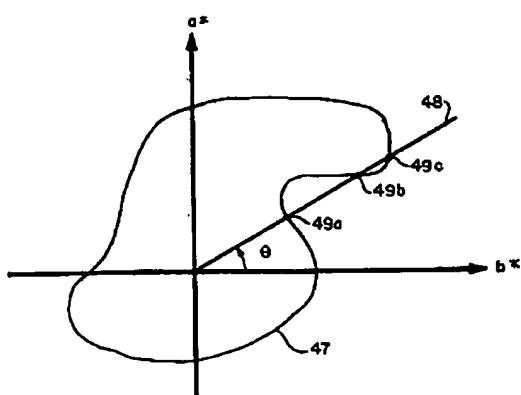
【図2】



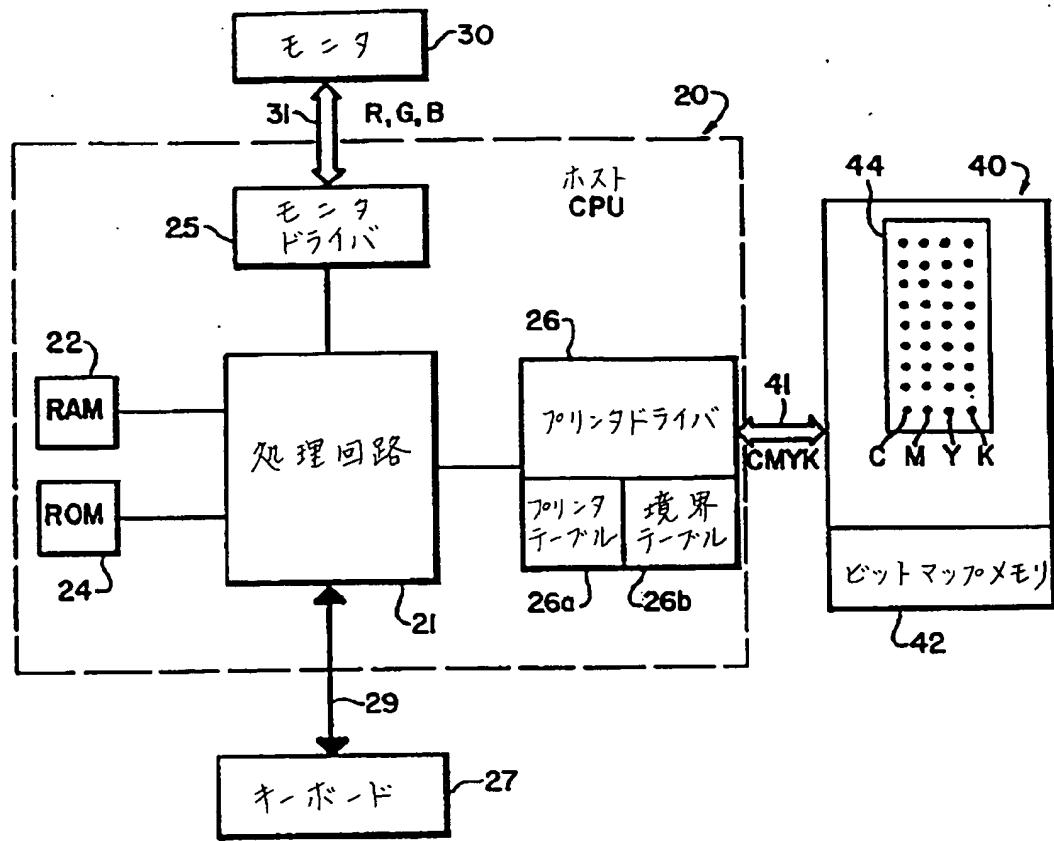
【図7】



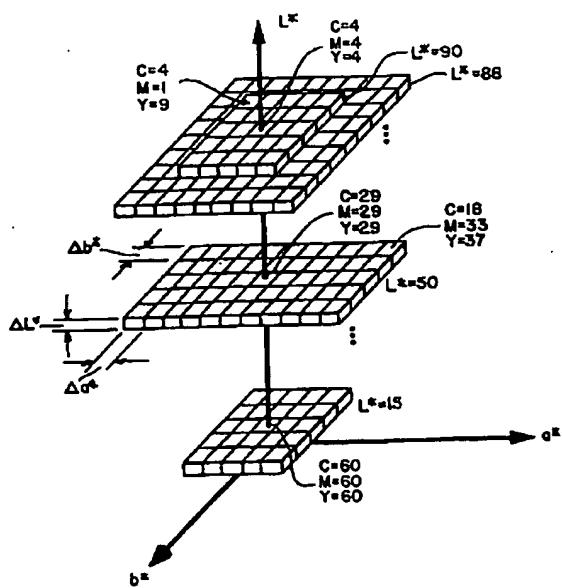
【図8】



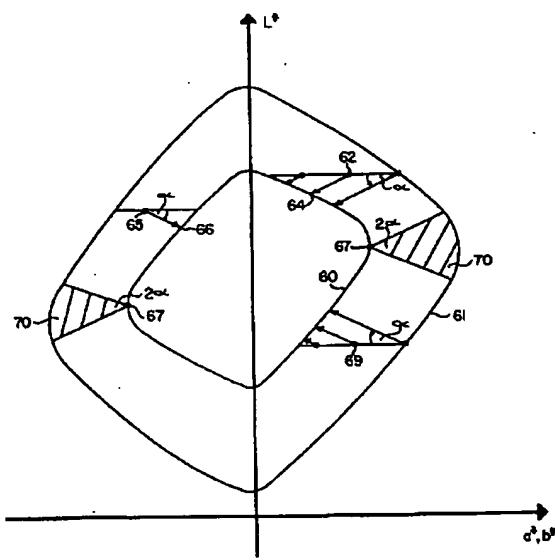
【図3】



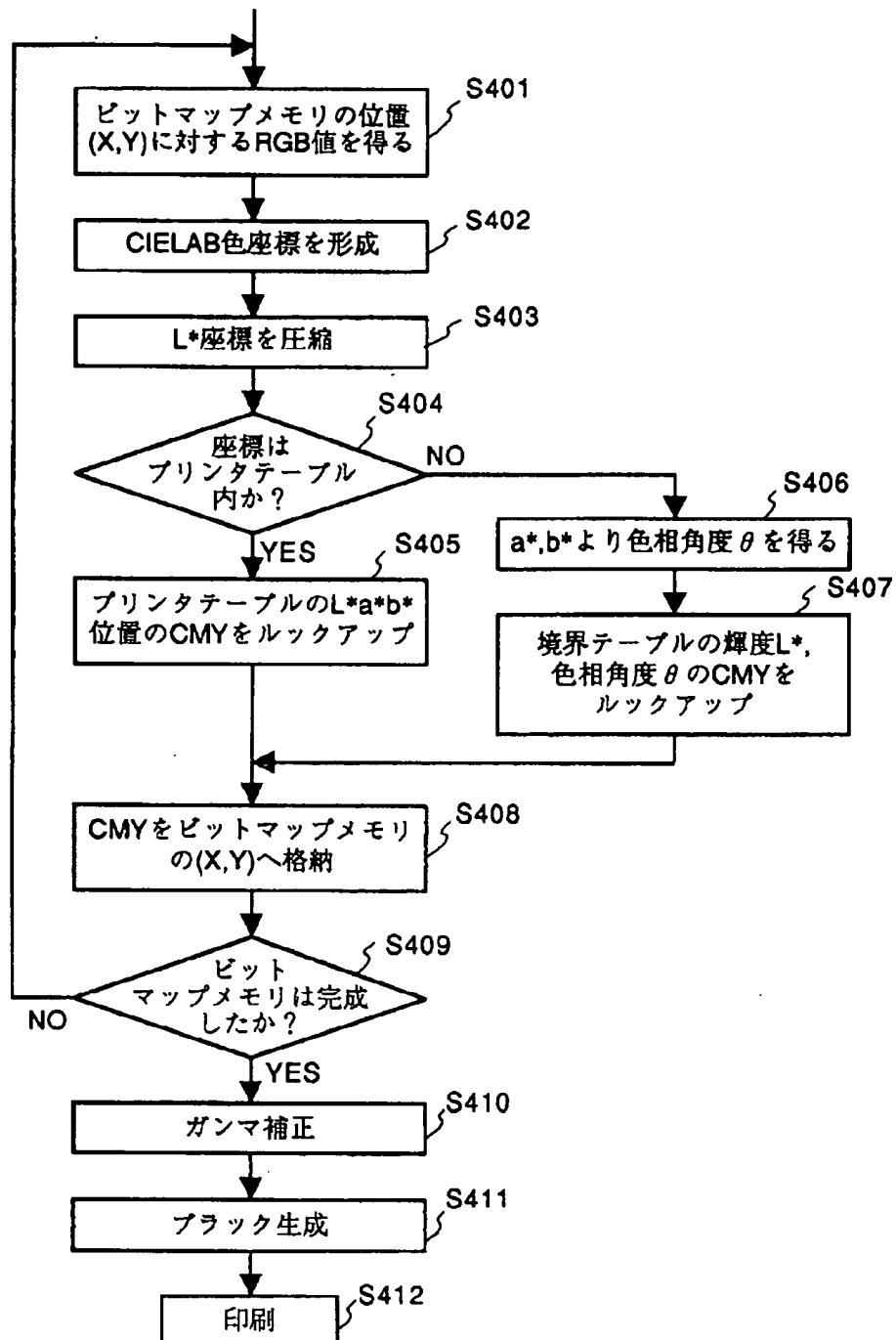
【図6】



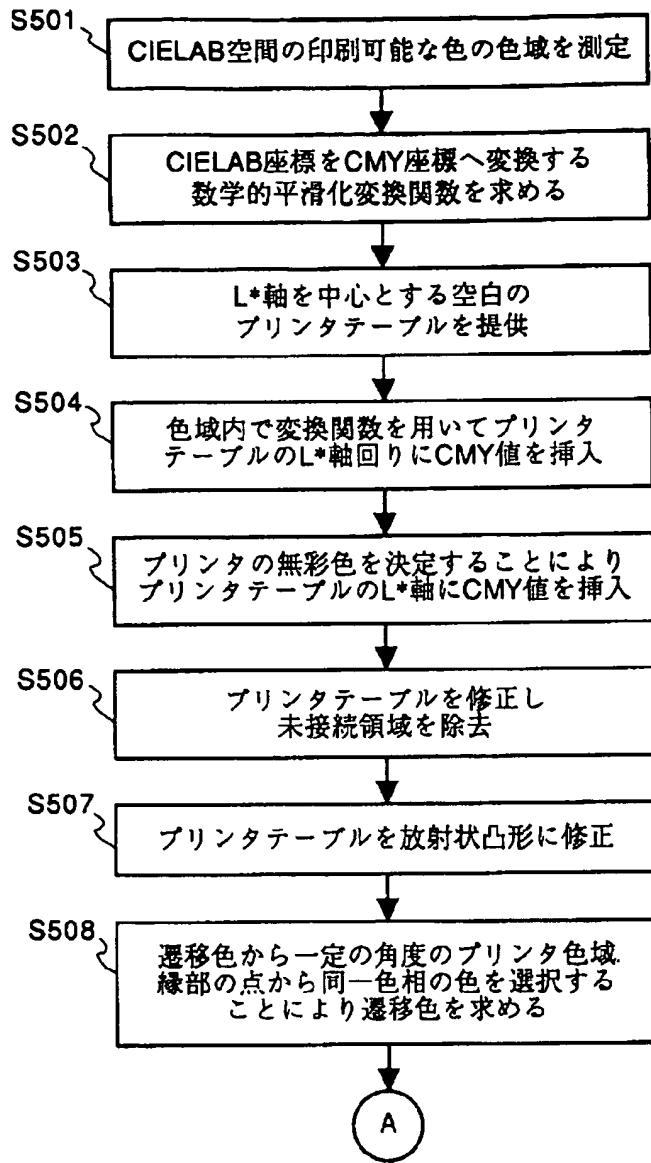
【図10】



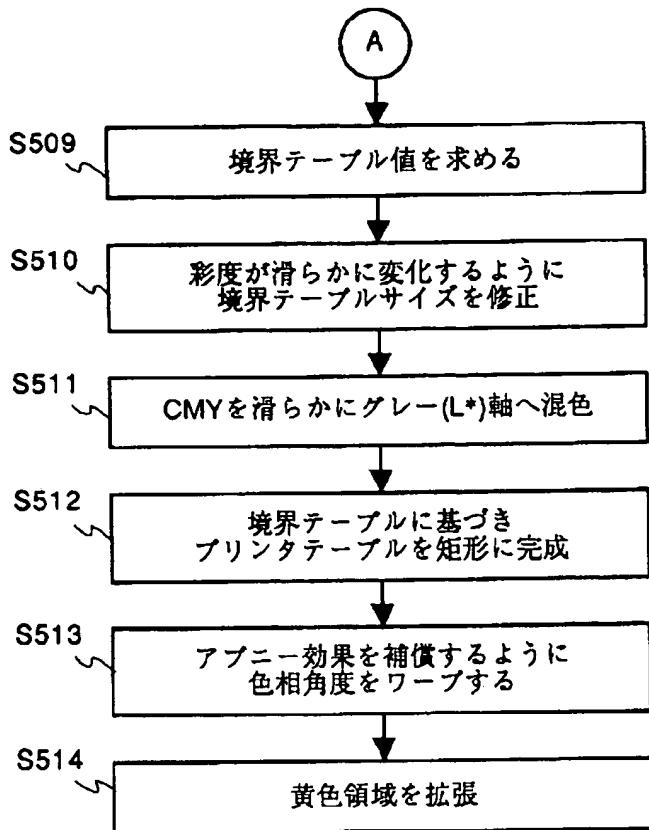
【図4】



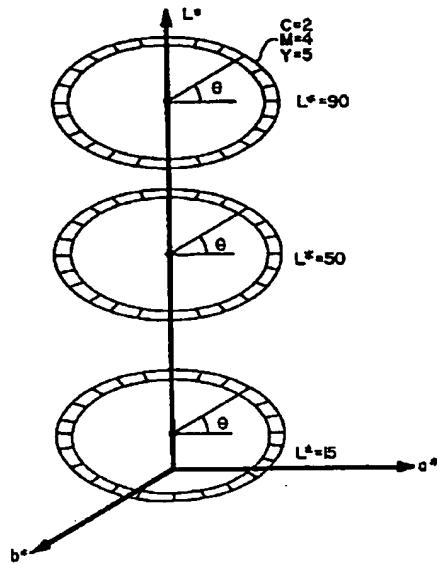
【図5 a】



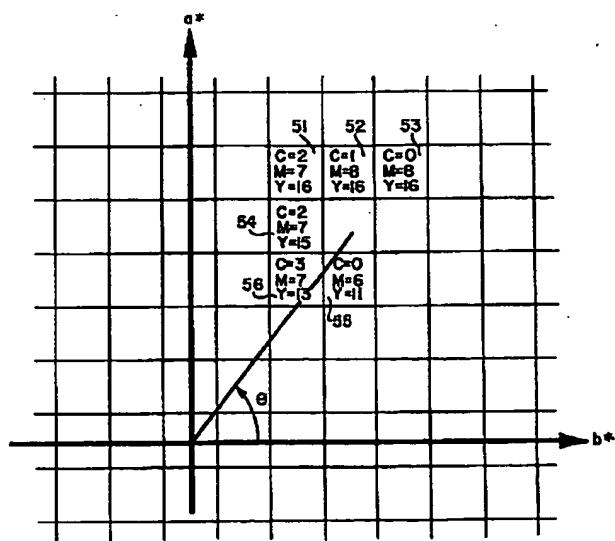
【図 5 b】



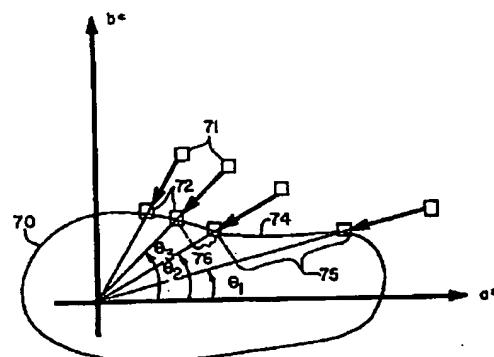
【図 1 1】



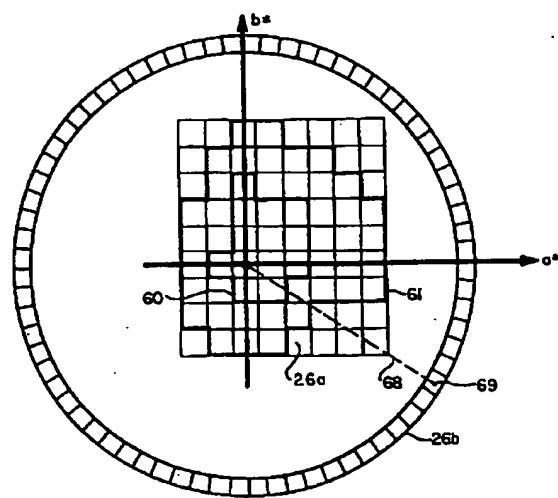
【図 9】



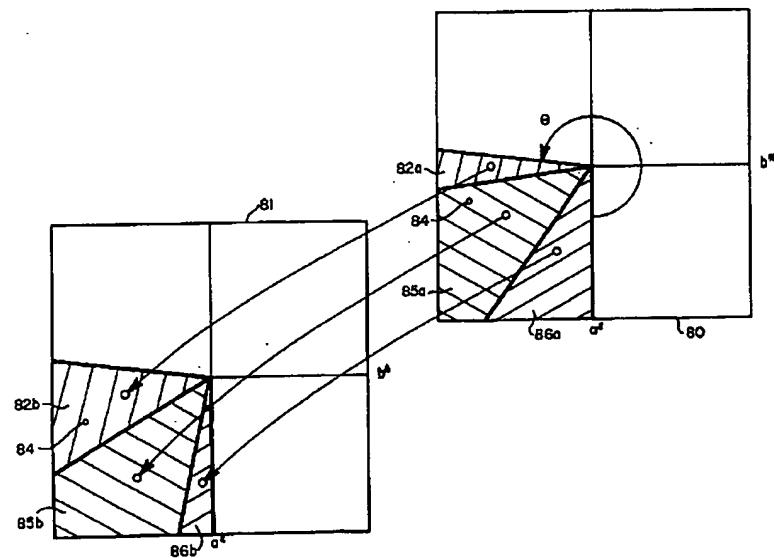
【図 1 3】



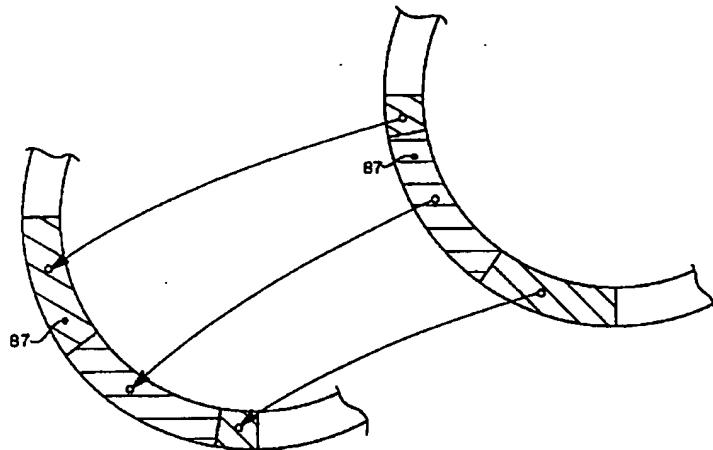
【図12】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/66	N	8420-5L		
15/72	3 1 0	8420-5L		
H 0 4 N 1/46	3 1 0	9192-5L		
	Z	9068-5C		